

С. 68—72.— 4. Тетенева Ф. Ф. // В кн.: Биомеханика дыхания.— Томск, 1981.— 5. Шик Л. Л., Канаев Н. Н. // В кн.: Руководство по клинической физиологии дыхания.— Л., 1980.— 6. Black L. F., Olford K., Hyatt R. E. // Amer. Rev. Respir. dis.— 1974.— Vol. 110.— P. 282.— 7. Cherniak R., Farhi L., Armstrong B., Proctor D. // J. Appl. Physiol.— 1955.— Vol. 8.— P. 208—211.— 8. Dornhorst A., Leathart G. // Lancet.— 1952.— Vol. 263.— P. 109—111.— 9. Walter S., Nancy N. R., Collier C. R. // Amer. Rev. Respir. dis.— 1979.— Vol. 119.— P. 717—724.

Поступила 07.05.86.

УДК 612.22—079.2

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ

П. Д. Жунгин, С. Н. Прокопьева

Кафедра терапии № 1 (зав.— проф. Л. А. Щербатенко), кафедра функциональной диагностики (зав.— проф. В. М. Андреев) Казанского института усовершенствования врачей имени В. И. Ленина

В серии приборов, позволяющих определять содержание углекислого газа в выдыхаемом воздухе с целью изучения альвеолярной вентиляции, до настоящего времени использовались малоинерционные газоанализаторы углекислого газа ГУМ-1 и ГУМ-2.

В настоящее время в НПО «Мединструмент» разработан новый аппарат БАУГ-ЛВ на основании рекомендации экспертной комиссии по приборам, применяемым для газообмена, газоанализа и исследования газов крови, и Комитета по новой медицинской технике. С апреля 1985 года аппарат проходит клинические испытания.

Целью настоящей работы являлась апробация данного прибора при исследовании углекислого газа в выдыхаемом воздухе в клинической практике. Быстродействующий анализатор углекислого газа с линейным выходом (БАУГ-ЛВ) предназначен для измерения содержания CO_2 в выдыхаемом воздухе при функциональных исследованиях легких, а также для изучения вентиляционно-перфузионных отношений. В отличие от аппаратов ГУМ-1 и ГУМ-2, БАУГ-ЛВ одновременно вычисляет частоту дыхания за минуту, выдает световой сигнал при выходе CO_2 за пределы, установленные врачом, определяет и индуцирует на цифровом индикаторе показатели максимального и минимального содержания CO_2 в выдыхаемом воздухе за весь период исследования.

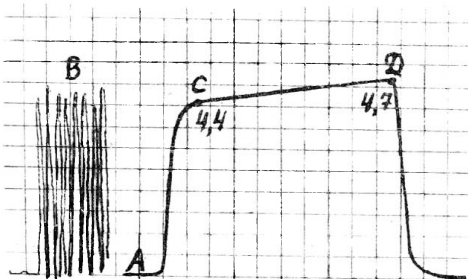
В основу работы прибора положено физическое явление возникновения акустических колебаний в газе при поглощении им прерывистого потока лучистой энергии в инфракрасной области спектра в диапазоне 2—6 мкм. Показания регистрируются быстродействующим самопишущим прибором типа НЗ021-1 в виде кривой на бумаге, а также на цифровом индикаторе. Аппарат калибруется с помощью тарировочного углекислого газа, баллон с которым прилагается к прибору.

Ширина диаграммной ленты составляет 8 см. Целесообразно калибровать прибор таким образом, чтобы высота записи в 8 см соответствовала 8% CO_2 , тогда 1 см на диаграммной ленте по высоте будет означать 1% CO_2 .

Обследуемый дышит через газоприемник (мундштук) при отключенном носовом дыхании. Вначале запись ведется со скоростью 1 мм/с, затем с некоторым перерывом несколько раз после спокойного вдоха обследуемый делает быстрый глубокий выдох, при этом скорость записи составляет 10 мм/с.

Расчет капнограмм производится по методике Р. С. Винницкой и соавт. [2] в модификации В. М. Андреева и Э. Ф. Пичугиной [1] следующим способом (см. рис.). Содержание CO_2 (в %) в атмосферном воздухе — точка А, в выдыхаемом воздухе в конце свободного выдоха — В, в начале и конце альвеолярной фазы выдоха — точки С и Д.

На капнограмме: по вертикали 1 см соответствует 1% CO_2 , по горизонтали 1 см — 1 с.



Для расчета отношения вентиляция/кровоток определяют скорость прироста парциального давления CO_2 в альвеолярном воздухе. Предварительно процентное содержание CO_2 в точках С и Д переводят в РАСО_2 по формуле:

$$\text{РАСО}_2 = \frac{(B - 47) \cdot \text{CO}_2\%}{100},$$

где В — барометрическое давление в мм рт. ст. в момент исследования, $\text{CO}_2\%$ — концентрация CO_2 по показаниям прибора, 47 — величина постоянная (давление водяных паров выдыхаемого воздуха).

Таким образом, прирост парциального давления CO_2 в альвеолярном воздухе между точками С и Д составляет:

$$\Delta \text{РАСО}_2 = \text{РАСО}_2 \text{Д} - \text{РАСО}_2 \text{С},$$

а прирост РАСО_2 в альвеолярную фазу определяют за единицу времени:

$$\Delta \text{РАСО}_2 / t_A,$$

где t_A — продолжительность альвеолярной фазы выдоха (между точками С и Д).

На представленной капнограмме, рассчитанной таким образом, CO_2 в точке С равняется 4,4%, в точке Д — 4,7%. Время выдоха альвеолярного воздуха — 4,6 с. Барометрическое давление в момент исследования — 747 мм рт. ст.

$$\text{РАСО}_2 \text{С} = \frac{(747 - 47) \cdot 4,4\%}{100} = 30,80 \text{ мм рт. ст.}$$

$$\text{РАСО}_2 \text{Д} = \frac{(747 - 47) \cdot 4,7\%}{100} = 32,90 \text{ мм рт. ст.}$$

$$\Delta \text{РАСО}_2 / t_A = \frac{32,90 - 30,80}{4,6} = 0,45 \text{ мм рт. ст./с}$$

Нами были исследованы капнограммы здоровых и больных бронхитом, бронхиальной астмой, острой пневмонией (см. табл.).

Парциальное давление CO_2 (мм рт. ст.) в альвеолярном воздухе и вентиляционно-перфузионные отношения у обследованных

Группы обследованных	n	РАСО ₂ (в точке Д), мм рт. ст.		ΔРАСО ₂ /t _A , мм рт. ст. с ⁻¹	
		M ± m	p*	M ± m	p*
Здоровые	30	37,0 ± 1,0		0,79 ± 0,00	
Больные					
бронхитом	19	36,2 ± 1,3	>0,05	1,20 ± 0,09	<0,01
бронхиальной астмой	6	38,3 ± 1,7	>0,05	1,67 ± 0,24	<0,02
пневмонией	30	35,2 ± 0,7	>0,05	0,99 ± 0,08	<0,04

* По сравнению с группой здоровых.

Как видно из таблицы, парциальное давление CO_2 в альвеолярном воздухе при различных заболеваниях легких в среднем хотя и изменяется, но не достигает статистической достоверности. Однако достоверно ухудшаются вентиляционно-перфузионные отношения, что особенно характерно для больных бронхиальной астмой.

Результаты наших исследований совпадают с данными, полученными на аналогичных приборах [1]. Это позволяет рекомендовать БАУГ-ЛВ для широкого внедрения в повседневную практику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В. М., Пичугина Э. Ф. Казанский мед. ж. — 1974. — № 5. — С. 63—65.
2. Винницкая Р. С., Цузмер Т. С., Коганова Н. А. // В кн.: Новые приборы газоанализа в современной медицине и физиологии. — Казань, 1967.

Поступила 07.05.86.